

学校编码: 10384
学号: 17720091150927

分类号____密级____
UDC ____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 ARIMA 模型的 A 公司
逆向电子产品回收量预测研究

Study on Forecast of Return Quantity of Reverse Electronic
Products in Company A Based on ARIMA Model

谭建文

指导教师姓名: 缪朝炜 教授

专 业 名 称: 物流工程

论文提交日期: 2012 年 4 月

论文答辩时间: 2012 年 5 月

学位授予日期: 2012 年 6 月

答辩委员会主席: _____
评 阅 人: _____

2012 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办

法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

随着市场竞争的加剧，企业专注其核心竞争力并将部分非核心业务外包。以承包电子产品维修业务的第三方售后服务市场成为市场的一片蓝海，第三方售后服务市场迅速发展。然而，由于逆向物流存在着比正向物流更多的不确定性，以及第三方售后服务公司管理决策水平落后，在快速发展过程中，其内部管理问题逐步凸显。管理决策难点在于对未来状况的把握。管理预测是为管理决策服务，

提高科学管理的水平,减少在管理决策过程中的盲目性,提高管理决策的合理性。企业管理需要可靠的预测,最基本的预测项目是产品或服务需求预测。低估需求可能导致企业服务水平降低、缺料甚至企业生产停滞;高估需求则不仅会增加库存费用,还会造成流动资金的占压和库存呆滞等。这也正是 A 公司目前面临的主要问题。

本文选择此课题,希望通过分析 A 公司问题根源,提出改进方法及其预测方法,从而提升 A 公司的管理预测和决策水平,也希望在 A 公司的改进方法能够值得其他逆向物流企业借鉴。

首先,综合论述了逆向物流影响因素和预测相关理论。重点介绍了常用的时间序列方法,详细阐述了 ARIMA 模型理论方法和设计步骤,并引入组合预测模型和模型评价的三重指标。

其次,论文论述了 A 公司目前面临的主要问题,分析了问题的根源及其影响因素,并提出改进办法。

最后,在相关理论和背景的基础上,对 A 公司的逆向物流总量和单种机型回收量做实证分析。在 ARIMA 模型基础上将多种常见预测模型进行组合运用,并根据 MAD、MSD 和 MAPE 三重标准进行评价,选择最适合企业的预测模型方法。

本文通过企业最近四年的实际经营数据分析,研究证实了基于 ARIMA 的组合模型有较好的预测精度,为企业提升管理决策水平,解决采购管理中所面临的问题提供了解决方法。

关键字: 逆向物流; ARIMA 模型; 组合模型

Abstract

As market competition has intensified, companies focus on their core competitiveness, and some non-core business is outsourced. Third-party service market which contracts for repair operations of electronic products has become the market of blue and developed rapidly. However, because the reverse logistics has higher uncertainty than forward logistics, their internal management issues have been

shown up in the process of rapid development. The difficulty of management decision-making lies on the grasp of future trends. Better management forecast is beneficial for management decision-making. It can improve the level of scientific management and reduce blindness in management decision-making. Business management needs reliable forecasts, and the most basic forecast project is the demand forecast of products or services. Underestimating the demand will result in lower service level, lack of materials and production stagnation; overestimating the demand will not only increase the inventory costs, but also result in inefficient flow of cash and stock. This is the exact problem company A faces currently.

The paper focuses on the subject, and analyzes the root causes of problems in Company A to improve its forecast methods to enhance the accuracy of forecast and decision-making. The author looks forward the improved forecast method being implemented by other reverse logistics enterprises.

First,comprehensively discuss influencing factors of the reverse logistics and introduce prediction theory. Focus on the commonly used time series methods, and then elaborate on the ARIMA model theory and design steps, finally introduce combination forecast model and triple prediction metrics.

Secondly, this paper discusses the main problems Company A is currently facing, the root of the problems and their influencing factors, and then proposes ways to improve them.

Finally, on the basis of related theories and backgrounds, empirically analyze total and single-species amount of reverse logistics in company A. Based on ARIMA model, combining many common prediction models, and according to evaluation with MAD, MSD, and MAPE triple standards, select the most suitable prediction method.

With the actual operation data in last three years, the study confirms that the combination model based on ARIMA has better effect on improving management decision-making. It provides a solution for problems in the procurement management.

Key word: reverse logistics; ARIMA model; Combination model

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究的意义	2
1.3 国内外研究现状	2
1.4 本文的主要研究工作	7
1.5 论文研究结构	7
第二章 文献综述	9
2.1 采购管理概述	9
2.2 逆向物流概述	11
2.3 逆向物流量预测方法概述	13
2.4 移动平均模型	15
2.5 指数平滑模型	15
2.6 灰色预测模型	15
2.7 随机时间序列—ARIMA 模型	16
2.8 组合预测方法	22
2.9 时间序列模型预测精度评价方法	24
2.10 本章小结	26
第三章 A 公司采购决策现状与改进分析	27
3.1 A 公司简介	27
3.2 A 公司采购决策现状分析	28
3.3 A 公司采购决策改进分析	29
3.4 A 公司逆向物流量影响因素分析	31
3.5 A 公司逆向物流总量分析	32
3.6 A 公司回收机型整体分析	33
3.7 本章小结	34
第四章 时间序列模型在回收总量预测的应用	35
4.1 基于移动平均预测方法应用	35
4.2 基于三次指数平滑预测方法应用	37
4.3 基于 ARIMA 模型的预测应用	38
4.4 基于组合预测方法应用	45
4.5 预测方法评价与选择	47
4.6 本章小结	49
第五章 时间序列模型在单种机型回收预测的应用	50
5.1 A 公司单种机型的预测对象分析	50
5.2 基于故障率的三期加权移动方法应用	51
5.3 基于故障率的 ARIMA 模型的预测应用	52

5.4 基于故障率的加权移动平均与 ARIMA 组合模型的预测应用	52
5.5 基于回收量与基于故障率 Ω 模型组合的预测应用	53
5.6 预测方法评价与选择	54
5.7 本章小结	55
第六章 总结与展望	56
6.1 研究总结	56
6.2 研究展望	56
附录一	58
参考文献	59
致谢	63

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	1
1.1 General Background	1
1.2 Research Significance	2
1.3 Research Review	2
1.4 Main Work	7

1.5 Research Architecture	7
Chapter 2 Literature Review	9
2.1 Overview of Purchase Management.....	9
2.2 Overview of Reverse Logistics	11
2.3 Overview of Forecast Method.....	13
2.4 Moving Average Model	15
2.5 Exponential Smoothing Model	15
2.6 Grey Prediction.....	15
2.7 Random Time Series—ARIMA Model	16
2.8 Combination Prediction Model	22
2.9 Time Series Model Evaluation.....	24
2.10 Summary.....	26
Chapter 3 Company A's Purchase Decision Status and Its Improvement	27
3.1 Introduction of Company A	27
3.2 Introduction of Company A's Purchase Decision	28
3.3 Improvement of Company A's Purchase Decision.....	29
3.4 Influencing Factors of Reverse Logistics in Company A	31
3.5 Analysis of Reverse Logistics in Company A.....	32
3.6 Analysis of Reverse Logistics in Company A	33
3.7 Summary	34
Chapter 4 Time Series Model Application in All Models' Recovery Volumes Prediciton	35
4.1 Moving Average Model Application	35
4.2 Exponential Smoothing Model Application	37
4.3 ARIMA Model Application	38
4.4 Combination Prediction Model Application.....	45
4.5 Model Evaluation and Selection	47
4.6 Summary	49
Chapter 5 Time Series Model Application in Single Model's Recovery Volume Predication	50
5.1 Analysis of Predication Object in Single Model	50
5.2 Weighted Moving Average Model Application Based on Failure Rate	51
5.3 ARIMA Model Application Based on Failure Rate	52
5.4 Combination Prediction Model Application Based on Failure Rate.....	52
5.5 Combination Prediction Model Application Based on Failure Rate and Recovery Volumes	53

5.6 Model Evaluation and Selection	54
5.7 Summary	55
Chapter 6 Conclusions and Future Work	56
6.1 Research Conclusions.....	56
6.2 Future Work	56
Appendix 1	58
References	59
Acknowledgements	63

第一章 绪 论

1.1 研究背景

2011 年，全球电子消费品销售与零售额将增长 6 个百分点，达到 6680 亿欧元(折合 9373 亿美元，61116 亿人民币)，对比此前数据，2010 年，全球电子消费品零售额增长了 19 个百分点。在 2009 到 2011 的三年中，中国所占全球电子消费品销售额的份额都在增长，2011 年，中国所占比例将会由 2008 年的 10% 提升到 13%，而欧洲电子消费品零售额所占全球比例将会从 35% 缩水到 28% [1]。电子产品在为人们服务的同时，因为其自身质量、使用方法等问题出现故障，甚至废弃。售后服务水平成为百姓购买电子产品重点考虑的要素之一。在日益激烈的竞争市场中，企业将提高售后服务水平作为其重要竞争力之一，例如，企业将保修期将国家规定的一年提升至两年或三年，承诺故障处理时间一周或半个月等。高服务水平意味高成本和高投入。如果企业以 5% 的销售收入做为售后服务成本预留，中国电子产品消费市场蕴含着高达 3 千亿的售后服务市场。企业为了专注的核心竞争力，把有限的资源运用到刀刃上，售后服务外包成为电子产品企业平衡企业高服务水平和低成本的有力手段。售后服务外包市场成为激励竞争市场中的一片蓝海。第三方售后服务市场在近几年得到迅猛发展，第三方售后服务市场竞争也在不断加剧，生存环境也变得更加恶劣。由于维修行业本身低利润、激烈的市场竞争和第三方售后服务公司管理水平落后，使得管理问题也逐步凸显。售后服务外包使以往企业—客户二重关系，变成企业—客户—第三售后服务企业三者之间的关系，第三方售后服务公司面临的问题也直接或间接的影响到外包企业和客户。

A 公司是一家专业的第三方电子产品售后服务公司，主要开展多个品牌的维修测试、FAE/技术支持、仓储物流/备件运营等一体化服务，如 DELL（戴尔）、FOXCONN（富士康）、SONY（索尼）、SAMSUNG（三星）等。A 公司近年来面临的主要问题业务迅速发展，而企业内部管理跟不上、企业零部件库存过高而又经常缺货。A 公司面临的问题是第三方售后服务企业所面临问题的一个典型，

因此，有必要对 A 公司所面临进行分析，并提出一套切实可行的解决方案，提升第三方逆向物流企业内部管理水平，从而推动整个行业的发展。

1.2 研究的意义

服务外包发展的主要驱动因素有强化核心竞争力、分散风险、专业化的服务、人才和低成本控制等^[2]。然而，第三方售后服务公司面临零部件库存过高，库存成本增加、流动资金被积压，而同时又出现的缺料问题，导致维修等待、甚至停工等问题。众所周知，成本节约具有乘数效应，无论是制造业还是服务业都在努力的通过采用降低成本的方法取得更大的效益。在保障正常运营的前提下，企业降低成本的重要手段之一是库存管理，特别是库存量监控和管理。企业的采购和需求共同决定库存量，不合理的采购都将必然导致库存问题，如库存过高、资金被占据或者库存不足、生产停滞或中断、交货时间推迟，客户满意度降低等。这些问题都对企业不利、甚至造成企业较大的损失。采购计划源于未来需求的估计，这时采购量的准确预测是降低库存最重要的途径。为此，采购预测成为了整个采购过程中的重要环节。由于第三方售后服务公司与外包企业和客户之间的紧密联系，第三方售后服务公司的问题不仅仅是自身的问题。这些问题出现在采购管理职能，而根源是不能对物料需求和采购做有效预测。第三方售后服务公司物料需求与采购的直接影响因素是逆向物流量，细化到单种产品的逆向物流量。有效的逆向物流量预测具有重要意义，从战略层面讲：能够为企业战略决策做指导，如企业的未来发展规划、树立良好企业形象、规避政府制裁，从而获取竞争优势；从运作层面讲，有效的预测更为生产计划的制定提供更有效的指导，保障日常企业运营的顺利进行，提高企业经营效率。

在预测方法上，本文采用和比较了多种预测方法，如移动平均、加权移动平均、指数平滑和随机时间序列，并在预测方法上进行组合。组合预测方法受到越来越多的学者青睐，主要是由于综合预测方法综合各种预测方法的不同，使简单的预测方法通过组合发挥更大的效用^[3]。

1.3 国内外研究现状

由于本文研究企业为第三方售后服务公司，且问题的根源在逆向物流的预

测，因此以逆向物流做研究综述。关于逆向物流本文总结了以下几个方面：

1.3.1 逆向物流体系

达庆利等从企业角度分析逆向物流的驱动因素主要四个方面：法规强制；经济效益；生态效益；社会效益^[4]。Tung Lai Yu 等从逆向物流成本出发，提出了逆向物流决策框架模型，从整体战略层面提出了逆向物流管理的关键性问题；将企业经营策略和政府制度等内外部因素纳入到逆向物流系统决策^[5]。Kokkinaki AI 提出了逆向物流的电子商务框架模型，并从逆向物流活动集成程度、控制水平和附加值三个层面考量，将逆向物流模型分成简单聚集、专业定位和服务解决提供商三种，对不同的模型进行讨论^[6]。刘文杰等认为以上文献所提出的体系属于理念形式的模型框架，对逆向物流研究范畴和所需的使能技术和底层设施，不能提供具体实施指导^[7]。刘文杰从逆向物流概念、使能技术以及外部支持三个层面进行分析，以汽车发动机回收再利用构建模型，并说明模型的有效性，逆向物流体系架构 RLA 如下图 1-1^[7]。



图 1-1：逆向物流体系架构 RLA

资料来源：刘文杰，郭彩芬，王宁生. 逆向物流体系及其模型应用研究[J]. 机械科学与技术 2005（12）：1456-1490.

1.3.2 逆向物流网络研究

逆向物流网络体系方面。根据研究回收主体不同，将逆向物流网络分为开环和闭环。开环指回收主体不是原始生产商，而闭环则是指回收主体仍然是原始生产商^[8]。Fleischmann 等人在分析逆向物流网络的不确定性因素的基础上，总结了逆向物流的特点^{[9][10]}。何立乾等分析逆向物流网络结构，根据回收物品种类及其处理率方式的不同分为：再使用逆向物流网络、再制造逆向物流网络、再循环逆向物流网络和商业退回逆向物流网络等^[11]。

逆向物流网络设计优化方面。熊中楷等构建了在以旧换新方式下逆向物流网络优化设计的混合整数非线性规划模型，以回收中心利润最大化为目标函数，求解最优选址（位置和数量）和折扣价格^[12]。廖成林等针对报废产品的逆向物流网络设计问题，同时考虑其运营成本和报废产品的回收率，构建整数规划模型，求解回收中心的数量、规模、地址、区域范围、是否价格补贴。通过实证分析得到回收率与各项成本之间的变化规律，并提出回收率一定的前提下的改进策略。何波等^[14]针对产品回收逆向物流网络中存储成本、运输成本和存储周期问题，设计了嵌套模拟退火算法的两阶段启发式算法，并证实了算法的有效性^[13]。黄铮针对废弃物的回收问题，构建了客户、回收中心和工厂三级逆向物流网络，并对其进行了优化。该模型以从客户到回收中心和回收中心到工厂的路径选择作为变量，以成本最小作为目标函数，选择出最优回收中心地址和路径。通过整数规划模型进行求解。实证说明模型的有效性^[15]。

1.3.3 逆向物流体系评价

曾敏刚等概括了国内电子产品逆向物流企业的现状，并提出了一套生态效益评价指标，利用层次分析法确定个指标权重^[16]。由于逆向物流存在着比正向物流更多的不确定性^{[17][18]}，涉及逆向物流的时间、地点、数量、质量、程度等的不确定性、复杂性和分散性，所以对逆向物流系统的评价不但要考虑对环境的影响，还要考虑经济效益、社会效益和技术问题，因此对逆向物流评价也比较困难。岳辉等分析了在第三方逆向物流企业评价时需要考虑的一些影响因素，并以经济效益为重点构建了评价指标体系^[19]。孙明贵等分析了成本、收益、运作模式和具体的绩效评价原则和考核标准，但没有具体的考核指标体系和实证研究^[20]。夏春玉

等分析了企业在逆向物流外包时应考虑的因素,给出了企业逆向物流外包的决策程序框图,并提出了相应的指标体系,运用层次分析法实证评价了第三方逆向物流企业^[21]。达庆利等主要从第三方逆向物流企业的软件和硬件两方面分析,包括管理水平、车辆、信息系统、网络等^[22]。

1.3.4 对逆向物流影响因素研究

Ronald S. Tibben-lembeke 等从预测的难以程度、包装、质量、运输路径等 13 个方面分析了正向物流和逆向物流之间的区别;从产品生命周期角度进行分析,将产品从研发到退出市场分成六个阶段:研发、引入、成长、成熟、衰退和退出市场,并分析了在各个阶段对回收量的影响。Dimitrios Vlachos 等针对逆向物流网络的不确定性,基于经济因素和环境因素两方面,提出了高效的逆向物流再制造能力规划方法,并构建了一个基于动态系统方法的仿真模型^[24]。Costas P. Pappis 等用生命周期理论分析了环境因素对逆向物流的影响,并用层次分析法做了定量分析。Laura Meade 等从第三方逆向物流提供商选择上,提出选择评价考虑因素:产品生命周期阶段、组织表现(质量、成本、柔性等)、逆向物流职能(收集、打包、存储、分类、其他处理等)、组织在逆向物流中的角色(再制造、再循环、再使用等)^[25]。

单汨源从逆向物流流程参与者角度分析逆向物流影响因素,将逆向物流源分为分销商、零售商和最终消费者包含企业用户和个人用户,并分析各种影响因素^[26]。从产品生命周期角度,设置不同的阶段产品的废弃比率(逆向物流比率),并建立模型进行预测。管玉军和张长元分析了逆向物流量影响因子,归纳为产品质量、经济因素、政策因素和环保因素共四大因素,并运用 GM(1, 1)模型对各个影响因素进行因子实证分析^[27]。罗铮对影响电子产品废弃回收指标因素归成七类:产品销售量、产品生命周期、产品合格率因素、回收回报、政策导向、回收回收能力以及货物损失率。并在这些影响因素基础上建立模型^[28]。

1.3.5 预测方法在物流中应用研究

目前为止,定性预测方法的研究很多,可分为单一预测方法和组合预测方法。单一预测方法有随机时间序列预测、人工神经网络、回归分析方法预测和灰色系

统模型等,而组合预测方法则是在多种方法的基础上进行组合。李琦运用时间序列中常用的移动平均法对物流需求做预测,并通过中心化和二次移动平均提高预测效果^[29]。胡军,赵东风和丁洪伟对指数平滑方法在需求预测中的运用进行研究,并在基础上进行动态调整指数平滑系数,提高预测方法的效果^[30]。李序颖利用时间序列分析我国交通货物运输量。王晓原和李军在区域物流规模预测中运用灰色 GM(1, 1)模型,并比较了定性预测法、回归预测法和时间序列预测法,实证表明 GM(1, 1)具有要求数据少、原理简单计算量适中,而且准确度较高的特点^[31]。胡心专、张亚明和张文文运用 BP 神经网络在社会物流成本中做研究,通过对网络模型训练,可以达到设定的目标误差,并对未来进行了较为准确的预测^[32]。

在预测实践中,对于同一个问题我们常常采用不同的预测方法。然而,不同的预测方法的预测精度不同。一般来说,我们通过一定评价方法和标准选择其中相对较优的预测方法。事实上无论哪种预测方法都有其特有的信息提取功能,如果简单地将预测精度较差的舍弃,将失去一些有用的信息。科学的做法是将不同的预测方法进行适当的组合,形成组合预测方法。其目的是为了充分利用各种预测方法所提供的信息,通过组合的方式再次提高预测的精度^[33]。

Schmitt在1954年运用组合模型方法预测美国37个城市人口,使得模型方法准确度得到提高。Newbold和Granger在1974年通过大量的经济时间数据分析实证说明通过模型组合往往能取得较好的效果^[34]。Bopp探讨了组合模型原理,通过实证说明组合模型相对于单一模型更优^[35]。1989年,国际预测领域的权威学术刊物《Journal of Forecasting》还出版了组合预测的专辑,充分说明了组合预测在预测中的重要地位。进入90年代,组合预测的研究更处于一个热潮之中^[36]。吴玉朝等运用灰色与马尔柯夫组合模型对汽车零部件企业的逆向物流量进行预测,结论表明组合模型相对单一的灰色模型精度从误差17%提高到0.34%^[37]。石慧等把模糊时间序列和BP神经网络进行组合,先用时间序列差分模糊化建立模型,然后通过BP神经网络训练,最后去模糊化还原^[38]。将这种组合预测方法实际应用到矿产资源镍价格实证,并取得了较好的效果。曹萍等对区域物流需求和区域经济发展水平展开研究,提出影响区域物流发展的区域经济因素包括经济规模、产品结构、购买力和网络购物人数^[39]。选取福建省1997—2009年的经济数据,采用遗传算法和灰色神经网络模型进行预测。实证结果表明:网购水平是影响区域物流

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库